

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Отделение школы (ОАР) – отделение автоматизация и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация крутильной машины двойной скрутки BM SAMP SISTEMI

УДК 681.586:679.74.023-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т41	Ефремов Артём Михайлович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М. С.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А. В.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский В. Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Мезенцева И. Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП ИШИТР	Воронин А. В.	К.Т.Н., доцент		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С. В.	К.Т.Н.		

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения
P2	Быть в курсе передового отечественного и зарубежного опыта в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных средств и программного обеспечения
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, интерпретировать данные и использовать их для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств
P7	Возможность выбора и использования соответствующего программного и аппаратного обеспечения, оборудования и инструментов для решения задач автоматизации технологических процессов и производства
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владение иностранным языком на уровне, позволяющем работать в международной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Обладать широкой эрудицией, включающей знание и понимание современных социально-политических проблем, безопасности и здоровья работников, правовых аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияние инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду
P11	Понимать необходимость и уметь учиться и совершенствовать свои навыки в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ _____ Воронин А.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Ефремову Артёму Михайловичу

Тема работы:

Модернизация крутильной машины двойной скрутки BM SAMP SISTEMI
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал</i>	Объектом исследования является крутильная машина BM – 630.
--	--

изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).		
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Технические характеристики; • Заправка машины; • Разработка функциональной схемы; • Алгоритмов управления; • Разработка дерева экранных форм.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1 Функциональная схема; 2 Структурная схема; 3 Схема экранных форм;
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел		Консультант
Финансовый Менеджмент, Ресурсоэффективность и Ресурсосбережение		Доцент ОСГН ШБИП Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность		Ассистент ООТД ШБИП Мезенцева Ирина Леонидовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		
Заключение		
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику		05.04.2019

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М. С.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Ефремов Артём Михайлович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Уровень образования – бакалавр

Отделение школы (ОАР) – отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения _____ весенний семестр 2018/2019 учебного года _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) /вид работы (исследования)	Максимальный Балл раздела (модуля)
29.05.2019	Основная часть	40
29.05.2019	Финансовый Менеджмент, Ресурсоэффективность и Ресурсосбережение	13
29.05.2019	Социальная ответственность	17

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М. С.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Воронин А.В.	к.т.н., доцент		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Т41	Ефремову Артему Михайловичу

Школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Размер оклада руководителя – 33664.00 руб.; Размер оклада инженера – 10633 руб.
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка отчислений на социальные нужды составляет 30 % для образовательных и научных учреждений

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка экономической эффективности проекта	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Линейный график работы	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.05.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т41	Ефремов Артем Михалович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Ефремову Артему Михайловичу

Школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР: «Модернизация крутильной машины SAMP SISTEM»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования – крутильная машина</p> <p>Метод исследования – анализ и синтез.</p> <p>Рабочая зона – компьютерный класс, кабельный цех 4 пролет.</p> <p>Область применения – кабельная промышленность.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность:</p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p> <p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p>	<p>1.1 При разработке научного исследования (компьютерный класс) вероятно воздействие следующих вредных и опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - микроклиматические условия в помещении - электробезопасность на рабочем месте. <p>1.2 При эксплуатации крутильной машины (технологическая зона) вероятно воздействие следующих вредных и опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производственный шум - вибрация; - действие вредных веществ на организм; <p>Для обеспечения безопасности при работе на установке комплексной подготовки газа предлагаются следующие средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коллективная защита (шумоизолирующие конструкции); - индивидуальные средства защиты (костюм, ботинки, перчатки, каска, очки).
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>2.1 Анализ негативного воздействия на окружающую среду работы установки комплексной подготовки газа:</p> <ul style="list-style-type: none"> - влияние на атмосферу (выбросы оксидов и диоксидов азота, сероводорода и оксида углерода, предельные углеводороды, метанол); <p>2.2 Анализ решений по обеспечению экологической безопасности.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>3.1. Возможные ЧС при эксплуатации установки комплексной подготовки газа – производственные аварии (пожар, взрыв).</p> <p>3.2. Анализ действий работников при возникновении ЧС.</p> <p>3.3. Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>4.1 Анализ законодательно-правовой базы в области обеспечения безопасности:</p> <p>- "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).</p> <p>4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: технический перерыв, проветривание, полная изоляция от производственных источников шума и вибрации.</p> <p>4.3 СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.4.1294-03, СанПиН 2.2.4.3359-16, СанПиН 2.6.1.3287-15, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.4/2.1.8.1383-03, ГОСТ 12.1.002-84, ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.0.003-2015, ГОСТ 12.4.011-89,</p>
---	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Ефремов Артем Михайлович		

Реферат

Пояснительная записка содержит 85 страниц машинописного текста, 19 таблиц, 27 рисунков, 1 список использованных источников из 10 наименований, 3 приложения.

Объектом исследования является машина двойной скрутки ВМ SAMP 630.

Цель работы – модернизация крутильной машины с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров ПЛК Siemens S7 300, с применением SCADA-системы WinCC.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Ключевые слова: модернизация, ПЛК, SCADA, Profibus, АСУ ТП, ВМ SAMP - 630.

Оглавление

Термины и определения	13
Введение.....	15
1 Основная часть	16
1.1 Техническое задание.....	16
1.2 Назначение системы АСУ ТП	16
1.3 Описание технологического процесса.....	17
1.4 Технические характеристики крутильной машины ВМ- 630.....	18
1.5 Устройство крутильной машины	20
1.6 Классификация скруток	26
1.7 Подготовка к запуску крутильной машины	30
1.7.1 Подготовка к работе	30
1.7.2 Заправка машины.....	33
1.7.3 Настройка шага скрутки.....	34
1.7.4 Запуск крутильной машины	35
1.7.5 Технические требования к изделию.....	36
1.8 Ранее установленные устройства	39
1.8.1 Счетчик импульсов	39
1.8.2 Частотный преобразователь.....	42
1.9 Выбор средств реализации модернизации	43
1.9.1 Выбор контроллерного оборудования.....	44
1.10 Разработка алгоритмов управления	50
1.10.1 Алгоритм управления пуска машины	52
1.11 Экранные формы АС	55

1.11.1 Разработка дерева экранных форм	55
1.11.2 Разработка экранных форм АС	56
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережени е	57
2.1 Организация и планирование работ	57
2.1.1 Продолжительность этапов работ	58
2.1.2 Расчет накопления готовности проекта.....	62
2.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	63
2.2.1 Расчет затрат на материалы	63
2.2.2 Расчет заработной платы	64
2.2.3 Расчет затрат на социальный налог	65
2.2.4 Расчет затрат на электроэнергию.....	65
2.2.5 Расчет амортизационных расходов	66
2.2.6 Расчет прочих расходов	67
2.2.7 Расчет общей себестоимости разработки	67
2.2.8 Расчет прибыли	68
2.2.9 Расчет НДС.....	68
2.2.10 Цена разработки НИР	68
2.3 Оценка экономической эффективности проекта	68
3 Социальная ответственность	69
Введение в раздел	69
3.1 Производственная безопасность	69
3.1.1 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны (компьютерный класс).....	70

3.1.2 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны	74
3.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	78
3.3 Правовые вопросы обеспечения безопасности.....	79
Выводы и рекомендации по разделу.....	80
Заключение	81
Список используемой литературы	82

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

АСУ: автоматизированная система управления – это система «человек-машина», призванная обеспечивать автоматизированный сбор и обработку информации, необходимый для оптимизации процесса управления. В отличие от автоматических систем, где человек полностью исключён из контура управления

протокол: это набор соглашений, который определяет обмен данными между различными программами. Протоколы задают способы передачи сообщений и обработки ошибок в сети, а также позволяют разрабатывать стандарты, не привязанные к конкретной аппаратной платформе.

техническое задание (ТЗ): Утвержденный в установленном порядке документ, в котором изложены требования, параметры и основные эксплуатационные характеристики проекта, объекта или системы, необходимые для разработки автоматизированной системы.

SCADA: это особая диспетчерская система, которая занимается сбором информационных данных о текущей деятельности предприятия, а также их управлением. На английском языке название данной системы звучит, как Supervisory Control And Data Acquisition. Достоинство SCADA главным образом в том, что она может предоставить необходимую информацию через показатели, которые собраны абсолютно с разных точек хозяйствующего объекта в реальном времени. Только в таком режиме можно оптимизировано управлять предприятием, делая его работу непрерывной, без простоев, сбоев и возможных аварийных ситуаций. Предшественниками SCADA когда-то были всем известные сигнализации и телеметрии.

программируемый логический контроллер (ПЛК):
представляет собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд

управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени.

автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП): система, состоящая из персонала и совокупности оборудования с программным обеспечением, использующихся для автоматизации функций этого самого персонала по управлению промышленными объектами: электростанциями, котельными, насосными, водоочистными сооружениями, пищевыми, химическими, металлургическими заводами, нефтегазовыми объектами и т.д. и т.п.

Profibus: открытая промышленная сеть для контроллеров Simtic.

Введение

В данной курсовой работе нам предстоит модернизировать крутильную машину ВМ 630. Модернизация необходима для повышения производительности и эффективности производства. АС будет спроектирована с использованием современных ПЛК.

Необходимо восстановить работоспособность машины, так как прежний контроллер вышел из строя. Требования завода производителя машины заключались в том, чтобы перевезти управляющие элементы к ним для восстановления. Данная процедура заняла бы достаточно много времени и материальных затрат. Поэтому руководством завода была поставлена задача, восстановить работоспособность без демонтажа отдельных частей. В связи с этим была проведена сравнительная оценка характеристик разных программируемых логических контроллеров отечественного и зарубежного производства, в ходе которой был выбран контроллер, который позволяет решить поставленные задачи кабельного производства и удовлетворяющий требования учредителей компании.

1 Основная часть

1.1 Техническое задание

Основной целью модернизации является улучшение эффективности производственного процесса, то есть деятельности крутильной машины за счет улучшения систем автоматизации имеющихся ресурсов.

Основные задачи:

- восстановление работоспособности машины;
- повышение производительности;
- хранение архивной памяти и комплексное использование информации в процессе эксплуатации технологического оборудования, а также в решении задач по управлению;
- непосредственное отображение информации и диагностика состояния работы технологического оборудования;
- непосредственное отображение информации и диагностика состояния параметров технологического процесса;
- непосредственное отображение информации и диагностика состояния исполнительных механизмов;
- местное (команды с места установки) управление работой технологическим процессом и оборудованием с сохранением контроля безопасности и безаварийности технологического процесса.

1.2 Назначение системы АСУ ТП

Назначением системы является модернизация крутильной машины ВМ SAMP.

- для сбора и обработки данных о состоянии технологического оборудования;
- для сбора и обработки данных об исполнительных механизмах технологического процесса;

- для выполнения заданного алгоритма работы технологического процесса путем контролирования параметров технологического процесса и создания управляющих воздействий на исполнительных механизмах;
- представление всей информации на мониторе оператора о текущем состоянии работы технологического процесса;
- аварийная и предупредительная сигнализация при нарушении параметров технологического процесса, то есть выхода значений за аварийные и предаварийные пределы;
- для автоматического контроля, управления и использования данных в масштабе реального времени;
- контроль технологических и нормативных параметров технологического процесса.

1.3 Описание технологического процесса

На рисунке 1 приведена схема крутильной машины ВМ - 630.

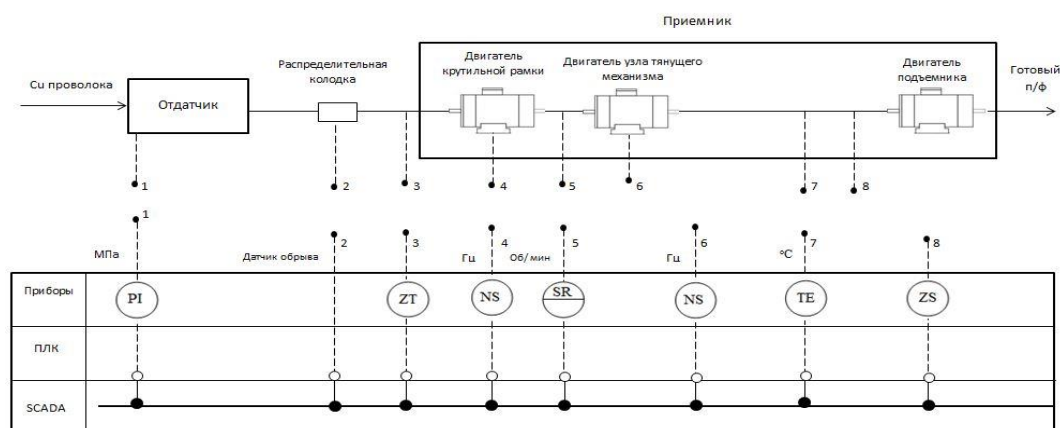


Рисунок 1– Схема крутильной машины ВМ – 630

Рамочная крутильная машина ВМ-630, обеспечивающая пучковую скрутку, предназначена для скрутки токопроводящих жил сечением в интервале от 0,1 мм² до 6 мм² из медных проволок и изолированных жил.

Машина работает по принципу двойной скрутки – за один оборот рамки жила перемещается на длину равную двум шагам скрутки.

Полуфабрикат в виде пучка медных проволок, намотанных на металлическую катушку устанавливается на отдатчик. Далее пучок проволок протягивается через калибр в крутильную рамку. В рамке пучок скручивается и поступает на приемный барабан. С помощью раскладчика скрученная стренга равномерно распределяется по животу барабана. После того, как необходимая длина полуфабриката достигнута, машина останавливается, и оператор принимает меры по снятию катушки из люльки.

Функциональная схема приведена в приложении А.

Также разработана структурная схема. Она представлена в приложении Б.

1.4 Технические характеристики крутильной машины ВМ- 630

В таблице 1 приведены технические характеристики крутильной машины ВМ – 630.

Таблица 1 – Характеристики ВМ – 630

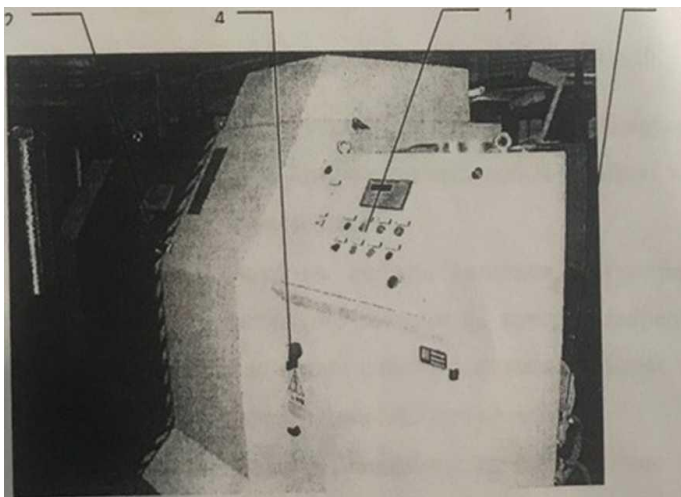
Параметры	Значение
Диаметр щеки максимальный	630мм
Диаметр щеки минимальный	400мм
Максимальное количество скруток	6000 об /мин
Диаметр скручиваемой проволоки	до 0,8 мм
Максимальный диаметр скрученной ТПЖ	до 3,2 мм
Минимальный диаметр скрученной ТПЖ	0,1 мм
Максимальный вес катушки с	690 кг

изделием	
----------	--

Продолжение таблицы 1 – Характеристики ВМ – 630

Параметры	Значение
Устанавливаемый шаг скрутки	(5,96 – 62,98) мм
Максимальная линейная скорость	300 м/мин
Нормальная температура работы	(5 – 40) °С
Уровень шума не должен превышать	85 дБ
Вес ВМ-630 составляет	1350 кг
Длина	3780 мм
Ширина	1810 мм
Высота	1855 мм

Общий вид крутильной машины представлен на рисунке 1.



1- пульт управления машиной; 2- ограждение раздвижное, для безопасной работы обслуживающего персонала на крутильной машине; 3 - двигатель привода машины, для передачи крутящего момента рабочим органам машины; 4- переключатель, для включения питания крутильной машины

Рисунок 2 – Машина двойной скрутки ВМ – 630

1.5 Устройство крутильной машины

Устройство крутильной машины представлено на рисунке 3.

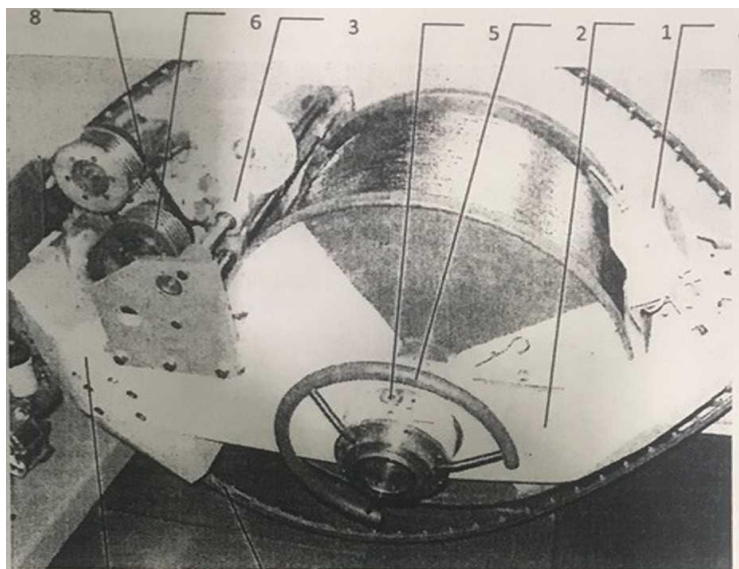


Рисунок 3 – Устройство крутильной машины ВМ – 630

Крутильная машина ВМ – 630 состоит из следующих основных узлов:

Люлька, (№1 рисунок 3) представляет собой рамную конструкцию, установленную на валах крутильной рамки.

Сбалансированная люлька не должна качаться, регулировка баланса производится с помощью пластин (№9 рисунок 3), которые закрепляются раме. Допускается поворот люльки во время работы машины не более чем на K в направлении вращения крутильной рамки (№7 рисунок 3).

- Люлька предназначена для размещения следующих узлов:

Узел тянущего механизма (№6 рисунок 3), предназначен:

- Для подачи скрученного жгута с постоянной линейной скоростью на приемную катушку;

- Для обеспечения постоянного направления вращения тяговой шайбы вне зависимости от направления вращения крутильной рамки;

- Для обеспечения корректировки неравномерности заполнения на приемной катушке.

Регулировка натяжения между тяговой шайбой и приемной катушкой осуществляется автоматически (после ввода выбранного сечения изделия) при помощи дополнительного двигателя (№2 рисунок 4)

Приводная пиноль (рисунок 4), представляет собой приводной шкив зубчатого ремня, на котором находятся конус (№1 рисунок 4) и водилка (№3 рисунок 4) под паз приемной катушки.

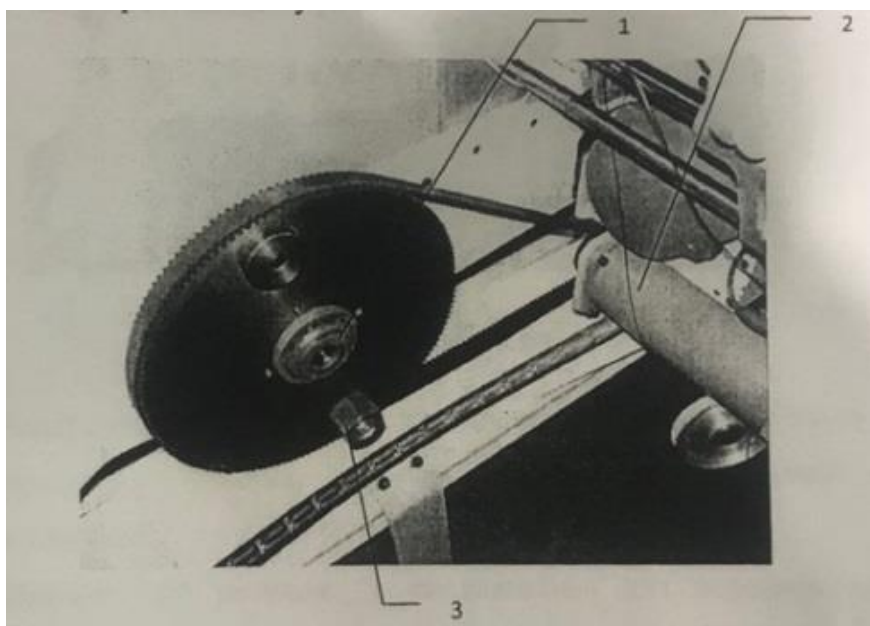


Рисунок 4 – Приводная пиноль

Подвижная пиноль (№1 рисунок 5), представляет собой корпус с поршнем. В рабочем положении конус выдвинут за корпус пиноли под действием винта (№3 рисунок 5, №2 рисунок 3). Винт (№2 рисунок 3) будет вращаться только в том случае, когда будет сдвинут и притоплен фиксатор (№5 рисунок 3, №2 рисунок 5). А после постановки катушки в люльку необходимо приподнять фиксатор и защелкнуть концевик (только в этом случае машина не будет выдавать ошибку при запуске).



Рисунок 5 – Подвижная пиноль

Воздуховод предназначен, для подачи воздуха в рабочую полость корпуса тормозного участка, для обеспечения необходимого времени торможения машины.

Привод (№3 рисунок 2), предназначен для передачи крутящего момента рабочим органом крутильной машины.

Крутильная рамка (№7 рисунок 3), предназначена для создания кручения и направления скрутки на ТПЖ во время работы машины.

Раскладчик (№3 рисунок 3), предназначен для раскладки ТПЖ на приемную катушку с определенным шагом.

Раскладчик состоит из:

- каретки, осуществляющей возвратно-поступательное движение по направляющим;
- стойки с роликами, ограничивающими перемещение жгута при раскладке на приемную катушку;
- приводного двигателя, закрепленного на люльке, скорость вращения которого задает необходимый шаг раскладки;
- приводного ремня;
- блока управления раскладчиком (№6 рисунок 7).

Ограждение раздвижное (№2 рисунок 2), представляет собой

подвижную коробчатую конструкцию.

Ограждение предназначено для безопасной работы обслуживающего персонала на крутильной машине.

Закрытие кожухов производится замком, при закрытии срабатывает конечный выключатель от упора, снимающий блокировку включения пуска двигателя. Для наблюдения за работой механизмов предусмотрены окна.

Механизм контроля обрывности (№1 рисунок 4), представляет собой металлический стержень (№1 рисунок 6), прикрученный к текстолитовому корпусу (№2 рисунок 6).

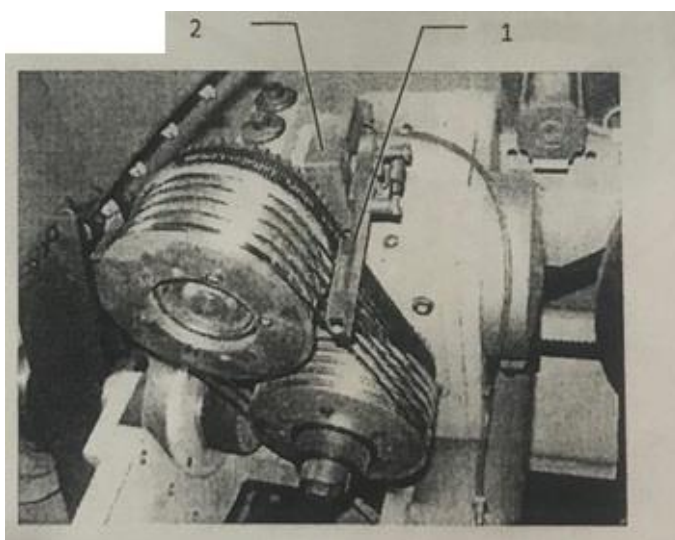


Рисунок 6 – Механизм контроля обрывности

Механизм контроля обрывности предназначен для остановки машины при обрыве отдельной проволоки или ТПЖ, непосредственно перед входом в машину.

При обрыве заземленной проволоки свободный конец падает на стержень, на который подано 24 В. Упавшая на стержень проволока замыкает электрическую цепь, то есть реле, которое в свою очередь подает сигнал на выключение машины.

Механизм автоматического подъема и опускания катушки, предназначен для загрузки катушки в люльку, а также для ее снятия при достижении

необходимой длины изделия, и включает следующие конструктивные элементы:

- Загрузчик, представляет собой металлическую сварную конструкцию в виде платформы (№1 рисунок 7), данная платформа вращается вокруг своей оси (№2 рисунок 7) на 90°, обеспечивая тем самым беспрепятственный съем и загрузку катушки в машину.

- Приводной двигатель, вращение которого, обеспечивает подъем и опускание платформы представлен на рисунке 7.

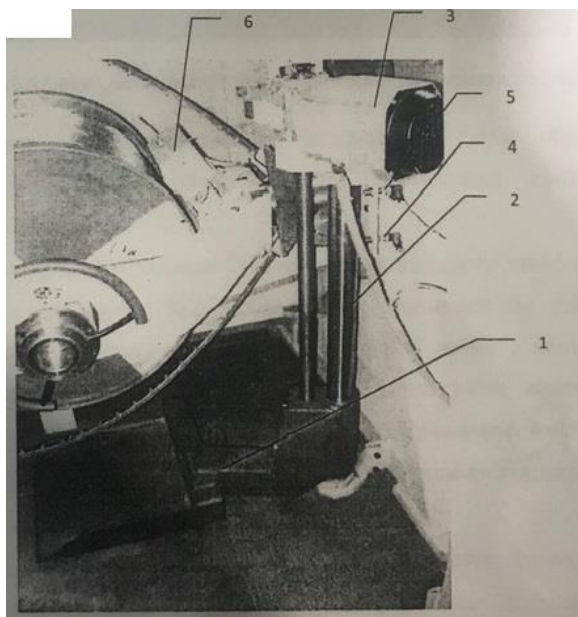


Рисунок 7 — Механизм автоматического подъема и опускания катушки

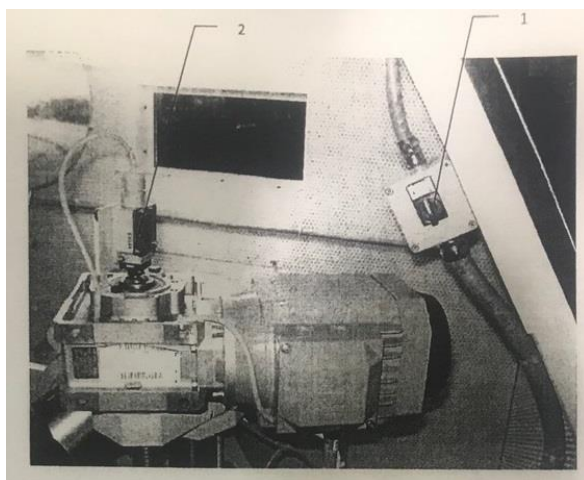


Рисунок 8 — Механизм автоматического подъема и опускания катушки

- Концевик, (№2 рисунок 8) предназначен для обеспечения автоматического отключения двигателя при достижении критического положения платформы;

- Переключатель, (№1 рисунок 8) обеспечивает движение платформы;

- Концевик габаритов, (№4 рисунок 7) предназначен для отключения двигателя при движении вверх платформы с катушкой №630, а концевик №5 рисунок 7, предназначен для автоматического отключения платформы с катушкой №400 (для срабатывания соответствующего концевого, в зависимости и какую катушку установили, существует переключатель положения, находящийся внизу, справа от механизма платформы).

Механизм смазывания скручиваемой ТПЖ, представляет собой стакан (№1 рисунок 8) в который наливается кремнийорганика с последующим прокапыванием после выходного калибра. Регулировка скорости подачи органики осуществляется при помощи регулятора (№2 рисунок 9) путем пережимания трубочки.

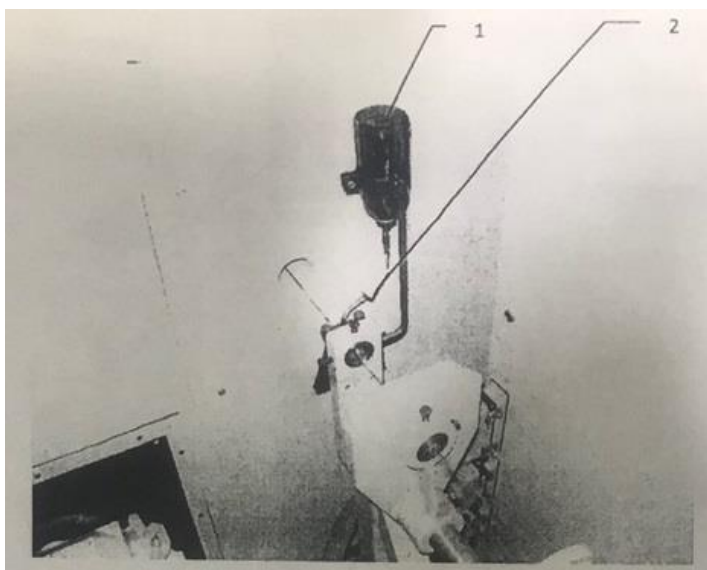


Рисунок 9 – Механизм смазывания скручиваемой ТПЖ

Отдатчик, (рисунок 9) представляет собой сварную рамную конструкцию, на которой смонтированы опорные оси отдающих катушек.

Отдатчик предназначен для подачи в крутильную машину элементарных

проволок с регулируемым натяжением. Отдатчик состоит из следующих основных частей:

- натяжного устройства, предназначенного для одновременного изменения натяжения на горизонтальном ряде отдающих катушек;
- компенсатора, предназначенного для динамической компенсации натяжения индивидуальной проволоки;
- тормоза, предназначены для регулирования натяжения проволоки;
- планки, предназначены для передачи усилия натяжное устройство;



Рисунок 10 – Внешний вид отдатчика

1.6 Классификация скруток

Различают два вида скрутки:

- Концентрическая скрутка (повивная);
- Пучковая.

При концентрической скрутке проволоки располагаются по концентрическим окружностям (повивам), при этом повивная скрутка может

быть:

- Правильной;
- Неправильной.

Правильной называется скрутка, когда жила формируется из элементов групп одного диаметра.

Правильная:

- Простая;
- Сложная.

При простой скрутке жила формируется из проволок.

При сложной скрутке жила формируется из предварительно скрученных стренг, пар, четверок и так далее.

Неправильной называется скрутка, когда жила формируется из элементов групп неодинакового диаметра.

В практике шаг скрутки выражают кратным диаметру повива по формуле (1):

$$h=m \cdot D \quad (1)$$

где m - кратность скрутки

d - диаметр жилы.

При скрутке жилы концентрической скруткой, количество проволок в каждом последующем повиве отличается от предыдущего на 6 - это и есть основной признак правильной скрутки.

Существует четыре форм скрутки круглых многопроволочных жил:

При первой форме скрутки в центре находится одна проволока, при второй две, при третьей три, при четвертой четыре. Для каждой формы скрутки существует свое распределение проволок по повивам и для каждой формы определяется диаметр повива и количества проволок.

При пучковой скрутке жилы формируются из некоторого количества проволок. Проволоки пучком скручиваются в одну (с одним шагом). Проволоки

в жиле могут располагаться произвольно друг относительно друга. Конструкция такой жилы легко подвергается деформации, то есть меняет свои размеры и форму, но обладают высокой гибкостью, поэтому на практике, как правило, пучковая скрутка используется для формирования стренг.

В ГОСТах и технических документациях регламентируются следующие соотношения для определения диаметра жилы – $D_{ж}$, мм. Пример в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет диаметра жилы

Число проволок, штук	$D_{ж}$, мм	Число проволок, штук	$D_{ж}$, мм	Число проволок, штук	$D_{ж}$, мм
11÷12	$4.15 \cdot d_{пр}$	23÷24	$6 \cdot d_{пр}$	45÷48	$8.15 \cdot d_{пр}$
13÷14	$4.4 \cdot d_{пр}$	25÷27	$6.15 \cdot d_{пр}$	53÷56	$8.7 \cdot d_{пр}$
15÷16	$4.7 \cdot d_{пр}$	28÷30	$6.41 \cdot d_{пр}$	57÷62	$9 \cdot d_{пр}$
17÷19	$5 \cdot d_{пр}$	31÷33	$6.7 \cdot d_{пр}$		
20÷21	$5.3 \cdot d_{пр}$	34÷37	$7 \cdot d_{пр}$		
22	$5.7 \cdot d_{пр}$	38÷40	$7.3 \cdot d_{пр}$		

В жиле пучковой скрутки возможно задать распределение проволок по повивам если проволокам каждого повива обеспечить определенную величину натяжения.

Пучковая скрутка по сравнению с повивной позволяет формировать жилы заданного сечения с помощью крутильных машин рамочного типа.

Жилы повивной скрутки могут выполняться двумя способами:

- Скрутка без открутки;
- Скрутка с откруткой.

Жилы пучковой скрутки выполняются только без открутки.

При скрутке без открутки катушки с проволокой жестко закрепляются на крутильном устройстве (могут вращаться вокруг своей оси) и при вращении

крутильного устройства за один оборот клетки проволока закручивается на 3600. Проволока касается сердечника точками расположенными на одной и той же образующей. В результате кручения возникают упругие и частично пластические деформации. Упругие деформации стремятся раскрутить проволоку, вызывая выпучивание проволок и расплетание повивов, особенно если скручиваем жесткие проволоки.

При скрутке с откруткой катушки с проволокой свободно устанавливаются в крутильном устройстве, и при вращении последнего сохраняют положение параллельное первоначальному. Проволока касается сердечника точками расположенными на разных образующих. В проволоках отсутствуют упругие деформации, а возможны небольшие деформации сдвига.

Скрутка реализуется при сочетании двух движений: поступательного, вращательного.

Вращательное движение определяет направление скрутки проволок в повивах или элементов в изделиях.

Различают левое направление или S скрутка и правое направление или Z скрутка.

Крутильные машины состоят из следующих узлов:

- Отдающий узел;
- Рабочий узел;
- Тяговый узел или устройство;
- Приемный узел.

Отдающее устройство - обеспечивает непрерывную подачу с определенным натяжением заготовки к рабочему углу.

Рабочий узел - обеспечивает процесс (совершает вращательные движения вокруг оси изделия с постоянной угловой скоростью).

Тяговое устройство обеспечивает движение (продольные) изделия с постоянной скоростью. Скорость может меняться за счет наличия

многоступенчатой коробки передач.

Приемное устройство - предназначено для скручиваемого изделия и равномерной его раскладки на приемном барабане с обязательной синхронизацией скорости приема тягового устройства.

1.7 Подготовка к запуску крутильной машины

1.7.1 Подготовка к работе

Перед началом работы рабочий обязан:

- Одеть спецодежду;
- Получить задание от мастера;
- Произвести внешний осмотр;
- Включить главный выключатель;
- Открыть и осмотреть рабочую зону (проверить отсутствие механических повреждений на деталях и узлах крутильной машины);
- Заземление машины и подключения контроля обрывности жилы;
- Проверить наличие смазки на элементах крутильной машины;
- Проверить исправность приемного и отдающих барабанов.
- О всех неисправностях сообщить сменному мастеру;

Запрещается открывать ограждения при полном снятии питания и при работе.

Нельзя оставлять выключенную машину с незакрытыми ограждениями.

За невыполнение данных требований работники ОГТ в праве поставить вопрос о понижении разряда со скрутчика.

Произвести установку:

- Рабочего режима скрутки (№1 рисунок 11), (клавиша F1 на дисплее);
- Режим №1 - соответствует размерам катушки №630.
- Сечения скручиваемого изделия (№2 рисунок 11), (клавиша F2 на

дисплее) при этом автоматически достигается определенная величина натяжения ТПЖ.

Расчеты проводятся по формуле (2).

Посчитаем сечение жилы ШВВП-0,5 (16·0,2)

$$S = \frac{\pi \cdot d^2_{\text{проволоки}}}{4} \cdot n = \frac{3.14 \cdot 0.2}{4} \cdot 16 = 0.502 \text{ мм}^2 \quad (2)$$

где d - диаметр проволоки

n - количество проволок

- Шага скрутки (№3 рисунок 12), (клавиша F5 на дисплее).

Необходимый шаг скрутки (указанный в карте эскизов) обеспечивает соответствующая пара шестеренок, таким образом на запрос системы шага скрутки, необходимо ввести количество зубьев ведущей шестерни, тем самым на дисплей будет выведено соответствующее значение шага скрутки.

- Длины (№5 рисунок 12), (клавиша F3 на дисплее).

В данном случае счетчик метража показывает длину в десятках метров, соответственно, при вводе необходимого метра необходимо учитывать данную поправку, то есть если мы хотим ввести 30 000 м, то ввести надо данное значение опуская один знак, таким образом, вводим 3000.

- Скорость вращения рамки (№4 рисунок 12), (клавиша F2 на дисплее)

В данном случае скорость вращения рамки вводится в %, исходя из максимального числа скруток - 6000, таким образом, если ввести 10 %, получим 600 скруток.

- Направления вращения рамки регулируется при помощи переключателя (№12 рисунок 13).

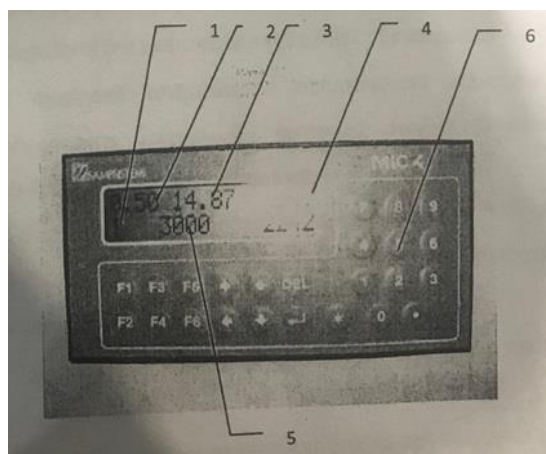


Рисунок 12 – Дисплей для ввода информации

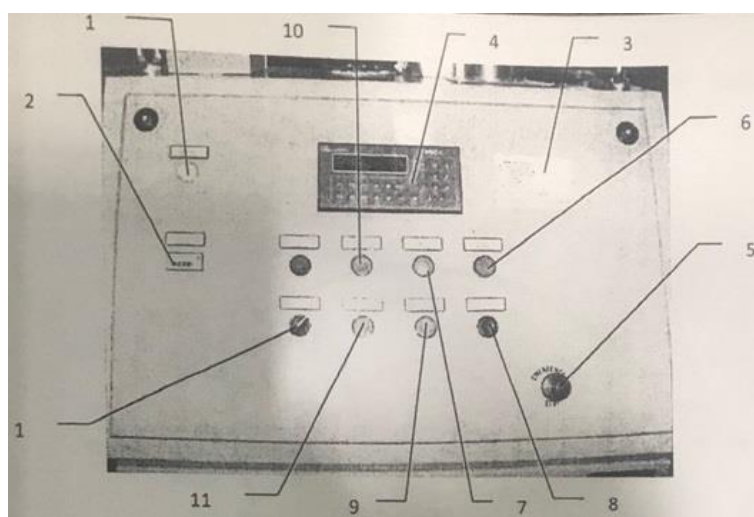


Рисунок 13 – Пульт управления машины ВМ – 630

- 1 - Индикатор сигнализирующий, что питание подано;
- 2 - Счетчик наработанных часов;
- 3 - Таблица напоминания, содержащая описание основных функций на дисплее;
- 4 - Дисплей для ввода информации;
- 5 - Кнопка аварийного отключения машины “Emergency Stop”;

Пользоваться кнопкой аварийного отключения машины необходимо только при возникновении ситуаций, которые могут повлечь за собой

человеческие жертвы или порчу оборудования;

6 - Кнопка “Сброс длины”, работает в паре с кнопкой “Сброс ошибок”;

7 - Индикатор зеленого цвета “Работа”, сигнализирующий о том, что машина находится в рабочем состоянии;

8 - Кнопка “Прокрутка”, предназначена для плавного пуска крутильной машины, при заправке (протяжке);

9 - Кнопка “Работа”, предназначена для пуска крутильной машины;

10 - Кнопка “Сброс ошибок”, предназначена для сброса текущей ошибки выведенной на экране дисплея;

11 - Кнопка “Стоп”, предназначена для остановки машины;

12 - Переключатель, положение которого обеспечивает направление скрутки изделия.

1.7.2 Заправка машины

Схема заправки машины представлена на рисунке 13.

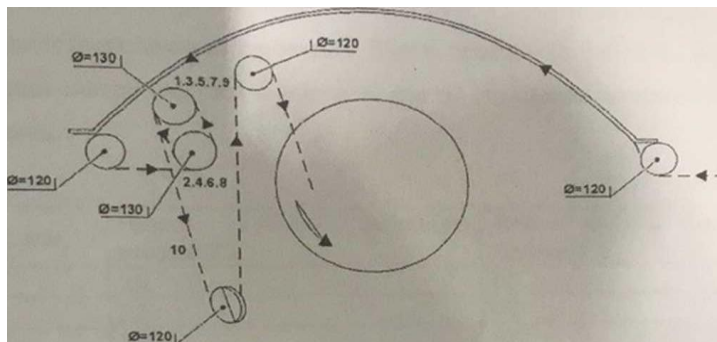


Рисунок 14 — Схема заправки ВМ 630

При заправке машины, следует руководствоваться схемой на рисунке 13

Порядок заправки следующий:

- Установить отдающие катушки на отдатчик, внешний вид которого представлен на рисунке 10.

- Отрегулировать натяжение элементарных проволок ленточными тормозами (№1 рисунок 11) отдатчика.

- Провести заправочный трос через отверстие стойки и соединить с пучком элементарных проволок.
- Установить приемную катушку №630 с автоматического подъема.
- Заправить проведенный конец заготовки на приемной катушке.
- Обнулить счетчик длины с помощью одновременного нажатия кнопок “Сброс длины” и “Сброс ошибок”.

Перед тем, как запустить машину, необходимо еще раз проверить, определиться с скручиваемой конструкцией ТПЖ, далее мы должны обеспечить шаг скрутки, соответствующий данному изделию по карте эскизов. [2].

1.7.3 Настройка шага скрутки

Необходимый шаг скрутки достигается варьированием числа оборотов рамки относительно линейной скорости изделия путем изменения передаточного отношения посредством замены шестерен. Ниже приведена таблица 3, в которой представлены данные шагов скрутки в зависимости от установки соответствующих сменных шестерен.

Таблица 3 — Настройка шага скрутки

Шаг скрутки, мм	Число зубьев сменного колеса Z1	Число зубьев сменного колеса Z2
5,96	20	65
7,18	23	62
8,54	26	59
11,12	31	54
14,93	37	48
25,14	48	37
33,75	54	31
43,97	59	26
52,24	62	23
62,98	65	20

Шаг раскладки зависит от диаметра изготавливаемой ТПЖ.

Для изменения шага раскладки необходимо привлечь обслуживающий персонал в лице наладчика или технолога, так как шаг раскладки оператору изменить не удастся.

Раскладчик должен обеспечивать равномерное заполнение барабана по всей его ширине. Шаг раскладки всегда должен быть чуть больше диаметра скручиваемого изделия.

Натяжение проволоки регулируется индивидуально компенсатором отдатчика. Натяжение жилы подаваемой на барабан регулируется с помощью фрикционной муфты при помощи поджатия пружины гайкой.

1.7.4 Запуск крутильной машины

После того, как машина заправлена и отрегулированы натяжение, шаг и направление скрутки, необходимо обнулить счетчик, а затем запускаем машину с помощью кнопки “ПУСК” (№9 рисунок 12).

Порядок выполнения работы

Во время работы оператор обязан:

- Постоянно следить за работой машины;
- Не оставлять машину без присмотра;
- Производить внешний осмотр вращающихся узлов и механизмов на предмет неисправностей;
- Проверять отсутствие повреждений направляющих крутильной рамки и дисков тянущего механизма;
- Проверять натяжение проволок;
- Проверять качество смазки жилы, с помощью смазочного устройства;
- В случае обнаружения неисправности, немедленно остановить машину, произвести ее обесточивание и сообщить сменному мастеру;
- Следить за правильной раскладкой жилы по ширине приемного

барабана;

- Сохранять чистоту рабочего места;
- Следить за своевременной смазкой машины.
- После снятия готового барабана повесить на него соответствующую бирку с указанием маркоразмера изделия, сечения, длины, физического состояния элементарных проволок (ММ, МТ), табельного номера, даты скрутки, а так же на обратной стороне бирки указываются длины общих связок и усов на изделии, если таковые имеются.

За невыполнение данных требований работники ОГТ в праве поставить вопрос о понижении разряда скрутчика.

По окончании работы:

- Остановить машину;
- Осмотреть рабочую зону;
- Произвести уборку рабочей зоны;
- Закрыть ограждения;
- Обесточить станок;
- Привести в порядок рабочее место;
- Необходимо заполнить журнал и карточку выработки;
- Поставить в известность мастера о неполадках в оборудовании;
- Сдать отходы ответственному лицу.

1.7.5 Технические требования к изделию

- a. Жила должна соответствовать требованиям ГОСТ 22483-77;
- b. ТПЖ должна быть намотана на исправные катушки;
- c. Диаметр намотки по всей длине должен быть одинаковым. Не допускается намотка жилы на один край;
- d. Каждая катушка с готовой ТПЖ должна быть снабжена

сопроводительной биркой с указанием маркоразмера, сечения, физического состояния элементарной проволоки (ММ, МТ), даты изготовления и табельного номера.

С данной технологической инструкцией должны быть ознакомлены:

- рабочие, обслуживающие крутильную машину ВМ – 630;
- слесари и электромонтеры, обслуживающие ВМ – 630;
- сменные мастера.

Ответственными за ознакомление вышеперечисленных лиц с данной технологической инструкцией являются начальник цеха и технолог.

Контрольный экземпляр технологической инструкции находится у ОТК.

Учетные копии должны находиться:

- у сменного мастера;
- у технолога цеха.

Требования, предъявляемые к таре:

В качестве технологической тары на участке средней скрутки используется силуминовые катушки №4, №5, а также катушки №630 и №400.

Перед установкой приемного барабана оператор должен убедиться, что катушка соответствует следующим требованиям:

- Катушка должна быть ровная, без видимых повреждений;
- Края щек не должны иметь острых кромок и заусенцев (при их наличии необходимо обработать напильником или наждачной бумагой);
- Посадочные места под конуса не должны иметь видимых повреждений, во избежание биений и восьмерок при работе;
- Животы катушек также не должны быть повреждены, при наличии повреждений необходимо зачистить поверхность наждачной бумагой.

При запуске крутильной машины ВМ - 630, на информационном дисплее появляются надписи о неисправности машины, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Неисправности

Название ошибки	Перевод ошибки
Lack of compressed air	Не достаточно воздуха в системе
Emergency or lack of 24 V	Нажат аварийный стоп, не закрыто ограждение, не произведен «сброс»
Internal wire break	Обрыв жилы, либо не зажат концевик на зажима катушки в конуса, вибрация
Bows not in the phase	Рамка находится не в фазе
Spool № 1	Первый режим работы, соответствующий катушке №630
Full spool	Катушка наполнена, оповещает о достижении заданной длины
1 Lack of ventilation	Засорилась вентиляция

При возникновении спорных вопросов при появлении других надписей обращаться непосредственно к технологу, но ни в коем случае не пытаться исправить ошибку самостоятельно. Возможные виды брака представлены в таблице 5.

Таблица 5 — Виды брака и меры его устранения

Вид брака	Причина возникновения	Способ устранения
Жила или заготовка скручена из несоответствующих диаметров жил	Произведена неправильная заправка машины	Произвести проверку диаметров жил при заправке машины
Шаг скрутки не соответствует карте эскизов	Неправильно установлен шаг скрутки	Установить шаг скрутки согласно карте эскизов, посредством шестеренок
Механические повреждения жилы	Повреждены глазки распределительной розетки и калибра. Приемный барабан с погнутыми щеками. Закончилась смазка в смазочном устройстве	Заменить неисправные втулки, глазки, калибр. Заменить приемный барабан. Долить смазку
Обрыв жилы	Завалена раскладка на отдающих барабанах	Заменить барабан с плохой намоткой. Отрегулировать тормоза
На скрученной жиле выпирают отдельные проволочки	Неправильно выбран шаг скрутки. Не настроены тормоза на отдатчике	Установить шаг согласно карте эскизов. Отрегулировать тормозу на отдатчике.

1.8 Ранее установленные устройства

1.8.1 Счетчик импульсов

Счетчик импульсов предназначен для определения длины изготавливаемого полуфабриката.

Внешний вид счетчика представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Счетчик импульсов

Восьмиразрядный цифровой индикатор служит для отображения отсчитываемого значения либо функциональных параметров прибора.

Светодиоды красного свечения сигнализируют о направлении счета и состоянии выходных устройств рисунок 16:

- "+" – направление счета прямое (счет идет с увеличением на 1);
- "K1" – включено первое выходное устройство (реле достижения длины);



Рисунок 16 – Панель счетчика

Кнопка “ПРОГ.” Предназначена для входа в режим просмотра и установки рабочих параметров, для перехода к установке значения параметра после его выбора, а так же записи нового установленного значения в энергонезависимую память (при отключении питания показания счетчика не сбросятся) и выхода в режим “РАБОТА”.

Кнопка “∧” предназначена:

- В режиме “РАБОТА” – для просмотра значения скорости при ее удерживании;
- В режиме “ПРОГРАММИРОВАНИЕ” - для перехода к параметру! выполняющему возврат в “Меню групп параметров” или режим “РАБОТА”.

Ниже представлена последовательность установки длины на счетчике метража.

1. Кратковременно нажать кнопку “ПРОГ.”, высветится “U1”, еще нажать “ПРОГ.”
2. Кнопкой “∧” установить черточку в нижнее положение.
3. Кнопкой “»” перевести курсор на нужный разряд (перемещается по кругу), после чего кнопкой “∧” установить требуемую величину в метрах.
4. После установки необходимого значения, кратковременно нажать кнопку “ПРОГ.”, высветиться “U1”, нажать “»”, высветиться “out” после чего нажать “ПРОГ.”.

Установка длины, по достижению которой машина остановиться, закончена.

Обнуление счетчика осуществляется кнопкой “сброс”.

1.8.2 Частотный преобразователь

Выбирать частотный преобразователь не было необходимости, так как он уже был смонтирован на данной машине. Поэтому он приведен для ознакомления.

Siemens Micromaster 440 - (0,12 - 250 кВт)

Частотный преобразователь-инвертор Siemens Micromaster 440

Преобразователь частоты SIEMENS MICROMASTER 440 предназначен для решения задач, связанных с применением приводов с большим диапазоном регулирования скорости. Основное применение: конвейеры, экструдеры, в текстильной, пищевой и кабельной промышленности.

Краткие характеристики:

- Входное напряжение 200 – 240 В, $\pm 10\%$, 1 АС, от 0.12 до 3 кВт; 380 – 480 В, $\pm 10\%$, 3 АС, от 0.37 до 250 кВт
- Диапазон выходной частоты от 0 до 650 Гц
- Перегрузка по току 150 % – 60 сек
- Температурный режим работы от 0.12 до 75 кВт (СТ): от минус 10 °С до 50 °С; 90 – 200 кВт (СТ): от 0 °С до 40 °С.

Преобразователь частоты MICROMASTER 440 был специально разработан для решения сложных функциональных задач с высокими требованиями к динамике. Система векторного управления обеспечивает высокое качество работы привода даже при резких изменениях нагрузки. С помощью быстрых входов и функции точного останова возможно точное позиционирование без использования энкодера. Благодаря интегрированному тормозному резистору, привод работает с высокой точностью даже во время торможения и в режимах резкого замедления скорости. Все это возможно в диапазоне мощностей от 0.12 кВт до 250 кВт.

- Количество цифровых входов – 6;
- аналоговых входов – 2;
- релейных выходов – 2,

- аналоговых выходов – 2;
- порт связи RS 485;

Доступные опции для Siemens Micromaster 440:

- Фильтр электромагнитной совместимости класса А;
- Аналогичный фильтр с малыми потерями класса В;
- Дополнительный фильтр электромагнитной совместимости класса В;
- Элементы защиты вводных и выходных кабелей;
- Базовая операторская панель (BOP);
- Расширенная операторская панель (AOP);
- Модуль PROFIBUS (PRO);
- Комплект для подключения инвертора к PC компьютеру;
- Комплект для подключения панели AOP к PC компьютеру;
- Комплект для установки панелей BOP и AOP на двери, для управления несколькими преобразователями;
- Программное обеспечение «DRIVEMONITOR» для работы с приводом через PC.

1.9 Выбор средств реализации модернизации

Для реализации проекта АС необходимо выбрать программно-технические средства, также проанализировать их совместимость.

Программно-технические средства крутильной машины включают в себя: исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

1.9.1 Выбор контроллерного оборудования

В результате подбора программируемого контроллера рассмотрены 3 контроллера семейства Siemens, а именно: Siemens S7 300 и Siemens S7 1200.

На основании приведенной в таблице 6 сравнительной характеристики контроллеров, выбираем SIMATIC S7-300 (рисунок 21) так, как он подходит по всем ключевым характеристикам.



Рисунок 21 – Siemens S7-300

Таблица 6 – Сравнительная характеристика контроллеров

Параметр	Simatic S7-300	Simatic S7-1200
Среда разработки	Step 7+ WinCC	TIA PORTAL
Протокол	Profibus	Profibus
Температура эксплуатации	0...+60 °C	-20...+60 °C
Время выполнения логики	0.10 мкс	0.08 мкс
Цена рублей	29935	32917

SIMATIC S7-300 - это модульный программируемый контроллер универсального назначения.

Несколько типов центральных процессоров различной производительности и широкий спектр модулей различного назначения с множеством встроенных функций позволяют выполнять максимальную адаптацию оборудования к требованиям решаемой задачи. При модернизации и развитии производства контроллер может быть легко дополнен необходимым набором модулей.

S7-300 имеет модульную конструкцию и позволяет использовать в своем составе широкий спектр модулей самого разнообразного назначения:

а) модули центральных процессоров (CPU), для решения задач различного уровня сложности может использоваться несколько типов центральных процессоров различной производительности, включая модели с встроенными входами-выходами и набором встроенных технологических функций, а также модели с встроенным интерфейсом PROFIBUS DP, PROFIBUS DP/ DRIVE, Industrial Ethernet/ PROFINET, PtP;

б) сигнальные модули (SM), используемые для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов;

в) коммуникационные процессоры (CP) для подключения к промышленным сетям и организации PtP соединений;

г) функциональные модули (FM) для решения задач скоростного счета, позиционирования и автоматического регулирования;

д) модули блоков питания (PS) для питания аппаратуры SIMATIC S7-300 и преобразования входных напряжений $\sim 120/230$ В или $=24/48/60/110$ В в стабилизированное выходное напряжение $=24$ В;

е) интерфейсные модули (IM) для обеспечения связи между базовым блоком и стойками расширения в многорядной конфигурации контроллера.

В зависимости от типа используемого центрального процессора система локального ввода-вывода программируемого контроллера S7-300 может включать в свой состав до 32 модулей. В этом случае все модули контроллера

располагаются в одном базовом блоке и стойках расширения, которых может быть не более 3.

Конструкция контроллера отличается высокой гибкостью, технологичностью и удобством обслуживания. Все модули устанавливаются на профильную шину S7-300 и фиксируются в рабочих положениях винтами.

Каждый модуль, исключая блоки питания, оснащен встроенным участком внутренней шины контроллера. Соединения между модулями выполняются с помощью шинных соединителей, устанавливаемых на тыльной стороне корпуса. Шинные соединители входят в комплект поставки всех модулей, исключая модули центральных процессоров и блоков питания.

Подключение внешних цепей сигнальных и функциональных модулей выполняется через съемные фронтальные соединители, оснащенные контактами-защелками или контактами под винт. Применение фронтальных соединителей упрощает выполнение монтажных работ и позволяет производить замену модулей без демонтажа их внешних цепей.

Первая установка фронтального соединителя на модуль автоматически сопровождается его механическим кодированием. В дальнейшем фронтальный соединитель может устанавливаться только на модули такого же типа, что исключает возможность возникновения ошибок при замене модулей.

Наличие гибких и модульных соединителей SIMATIC TOP Connect, существенно упрощающих монтаж внешних цепей сигнальных модулей в шкафах управления.

Соединительные кабели и провода размещаются в монтажном канале модуля и закрываются защитной дверцей. Это позволяет иметь единую монтажную глубину для всех модулей контроллера.

Большинство модулей контроллера может размещаться в монтажных стойках в произвольном порядке. Фиксированные посадочные места должны занимать лишь блоки питания, центральный процессор и интерфейсные модули.

Система локального ввода-вывода программируемого контроллера S7-300 может включать в свой состав до 32 сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей (для S7-300 с CPU 312 или CPU 312C - до 8 модулей, размещаемых в базовом блоке). Все модули устанавливаются в монтажные стойки контроллера, функции которых выполняют профильные шины S7-300.

В состав контроллера может входить одна базовая и до трех стоек расширения. В каждую стойку может устанавливаться до 8 сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей. В базовый блок устанавливается центральный процессор.

Соединение стоек выполняется через интерфейсные модули, устанавливаемые в базовый блок и в каждую стойку расширения (по одному интерфейсному модулю на стойку). В базовом блоке интерфейсный модуль устанавливается справа от центрального процессора. Возможные варианты расширения системы локального ввода-вывода зависят от типа используемых интерфейсных модулей.

Применение интерфейсных модулей IM 365 позволяет производить подключение к базовому блоку не более одной стойки расширения. Расстояние между стойками может достигать 1м. Питание модулей стойки расширения осуществляется от блока питания базового блока контроллера. В стойку расширения нельзя устанавливать коммуникационные модули и большинство функциональных модулей.

Применение интерфейсных модулей IM 360/IM 361 позволяет подключать к базовому блоку до 3 стоек расширения. IM 360 устанавливается в базовый блок, IM 361 - в каждую стойку расширения. Стойки расширения должны комплектоваться собственными блоками питания. Отсутствуют ограничения на состав модулей, устанавливаемых в стойки расширения. Расстояния между двумя соседними стойками может достигать 10 м.

Программируемый контроллер S7-300 обладает широкими коммуникационными возможностями и позволяет использовать для организации обмена данными:

- а) встроенные интерфейсы PtP, MPI, PROFIBUS DP и Industrial Ethernet/PROFINET центральных процессоров;
- б) коммуникационные процессоры для подключения к AS-Interface, PROFIBUS и Industrial Ethernet;
- в) коммуникационные процессоры для организации PtP связи.

SIMATIC S7-300 может подключаться к сети PROFIBUS DP в качестве ведущего или ведомого сетевого устройства через встроенный интерфейс центрального процессора или через коммуникационные процессоры CP 342-5/CP 342-5 FO. Любой вариант подключения позволяет создавать системы распределенного ввода-вывода со скоростным обменом данными между ее компонентами.

Обращение к входам-выходам систем локального и распределенного ввода-вывода из программы пользователя производится теми же способами. Для этого используются одинаковые варианты конфигурирования, адресации и программирования.

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-300 поддерживают широкий набор функций, позволяющих в максимальной степени упростить процесс разработки программы, ее отладки, снизить затраты на выполнение монтажных и пуско-наладочных работ, а также на обслуживание контроллера в процессе его эксплуатации.

Времена выполнения команд около 0.1 мкс позволяет использовать контроллер для решения широкого спектра задач автоматизации в различных областях промышленного производства.

Для настройки параметров всех модулей используются простые инструментальные средства с единым интерфейсом пользователя. Это существенно снижает затраты на обучение персонала [3].

Функции обслуживания человеко-машинного интерфейса встроены в операционную систему контроллера S7-300. Эти функции позволяют существенно упростить программирование: система или устройство человеко-машинного интерфейса SIMATIC HMI запрашивает необходимые данные у контроллера SIMATIC S7-300, контроллер передает запрашиваемые данные с заданной периодичностью. Все операции по обмену данными выполняются автоматически под управлением операционной системы контроллера. Все задачи выполняются с использованием одинаковых символьных имен и общей базы данных. Центральные процессоры оснащены интеллектуальной системой диагностирования, обеспечивающей постоянный контроль и регистрацию отказов и специфичных событий (ошибки таймеров, отказы модулей и т.д.). Сообщения об этих событиях накапливаются в кольцевом буфере и снабжаются метками даты и времени, что позволяет производить дальнейшую обработку этой информации. SIMATIC S7-300 отвечает требованиям целого ряда международных и национальных стандартов.

На профильной шине, длиной 830 мм распложен 1 процессор CPU 312, 1 модуль ввода аналоговых сигналов SM 331, 2 модуля ввода-вывода дискретных сигналов SM 323, Коммуникационный модуль CP 343-1 Lean и блок питания PS 307:

- а) слот №0: Процессорный модуль CPU 314C-2 DP;
- б) слот №1: Коммуникационный модуль CP 343-1 Lean;
- в) слот №2: Модулей ввода аналоговых сигналов SM 331;
- г) Слот №3: Модуль ввода-вывода дискретных сигналов SM 323;
- д) Слот №4: Модуль ввода-вывода дискретных сигналов SM 323;
- е) Слот №5: Модуль вывода аналоговых сигналов.

Для реализации работы нам потребовалось:

- 24 дискретных входа;
- 24 дискретных выхода;
- 5 аналоговых входов;

2 аналоговых выхода.

Блок-схема УСО ПЛК представлена на рисунке 22

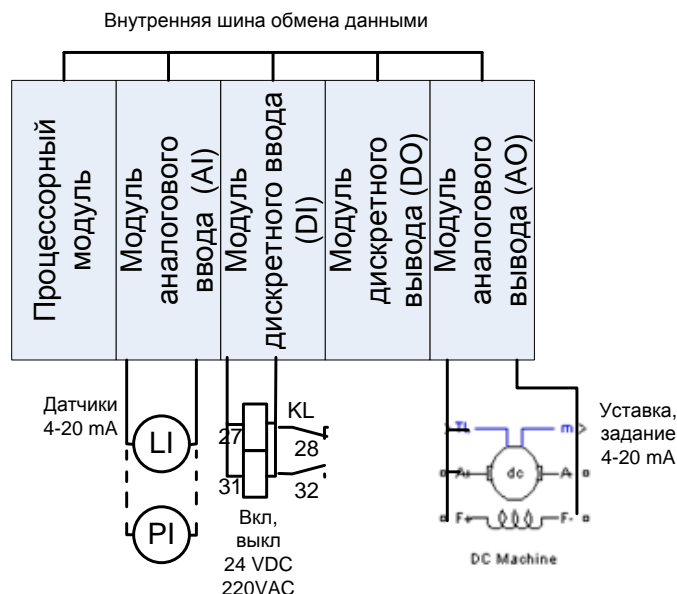


Рисунок 22 – Обобщённая блок схема УСО ПЛК

1.10 Разработка алгоритмов управления

Разработка алгоритмов управления преследует следующие цели:

- повышение уровня информированности персонала и достоверности данных по состоянию технологического оборудования;
- повышение качества ведения технологического режима и его безопасности;
- повышение оперативности действий персонала;
- улучшение экологической обстановки на объекте;
- повышение надежности управления объектом.

Функционирование алгоритмов позволяет обрабатывать входные сигналы, и команды оператора, поступающие с пульта оператора, а также выдавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы и сообщения оператору.

Входной информацией для алгоритмов является:

- конфигурационные данные ПЛК;

- значения аналоговых и дискретных сигналов, поступающих на модули ввода ПЛК;
- данные поступающие по интерфейсу;
- данные, формируемые при управлении технологическим оборудованием с пульта оператора.

Кроме этого отдельные алгоритмы используют данные, полученные в результате функционирования других алгоритмов.

При разработке алгоритмов функционирования были приняты следующие допущения:

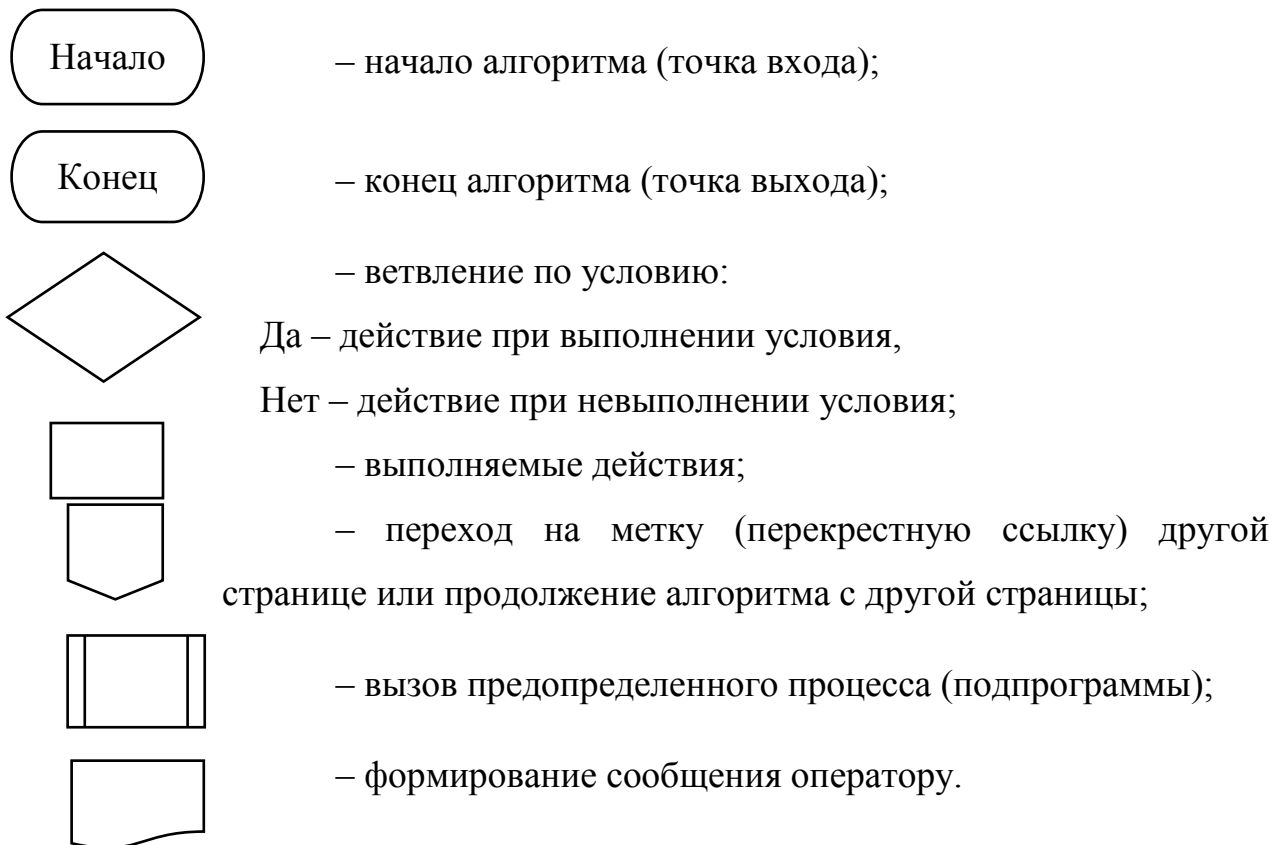
- существуют локальные автоматические системы контроля и управления;
- система управления является иерархической и представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления;
- информационная сеть является распределенной;
- функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;
- система будет реализована программными средствами стандартной SCADA-системы и стандартных программных средств обработки данных с применением языков высокого уровня.

Принятая модель построения системы соответствует реальному процессу и обеспечивает последовательную работу ее частей (исполнительных механизмов) в следующих режимах:

- автономное включение, настройка и проверка сети контроллеров;
- включение, настройка, проверка и запуск системы контроля и управления;
- текущая работа системы в режимах:
 - 1) местном (ручном);
 - 2) настройки;

- восстановление работы системы.

При представлении алгоритмов в виде блок-схем использованы следующие элементы (согласно ГОСТ 19.701-90):



1.10.1 Алгоритм управления пуска машины

Алгоритм предназначен для управления запуском и остановкой машины.

Входными сигналами состояния являются сигналы "Запустить", "Остановить", "Ошибка".

Выходными сигналами являются сигналы "Старт", "Стоп".

Если сигналы "Запустить" и "Остановить" активны одновременно, формируется сигнализация "Ошибка состояния привода".

Если активен сигнал "Ошибка", формируется сигнализация "Ошибка".

Если сигналы "Запустить" и "Остановить" неактивны одновременно, привод находится в положении "Стоп".

По команде "Старт" выходной сигнал "Старт" устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом привод начинает набирать обороты. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала "Старт" становится активным (устанавливается заданная скорость). Если за заданное время сигнал "Старт" не переходит в активное состояние, формируется сигнализация "Ошибка". Команда "Открыть" разрешена, если установлен дистанционный режим, не выполняется команда "Стоп", нет активных сигнализаций "Ошибка", "Прокрутка".

По команде "Стоп" выходной сигнал "Стоп" устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом привод начинает останавливаться. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала "Стоп" становится активным. Если за заданное время сигнал "Стоп" не переходит в активное состояние, формируется сигнализация "Ошибка". Команда "Стоп" разрешена, если установлен дистанционный режим, не выполняется команда "Старт", нет активных сигнализаций "Ошибка", "Прокрутка".

По команде "Стоп" значение выходного сигнала "Стоп" устанавливается в активное состояние на время, достаточное для разрыва цепи пускателя.

На рисунке 22 представлена блок-схема алгоритма останова привода (подпрограмма «Останов привода»).

На рисунке 23 представлена блок-схема алгоритма запуска привода (подпрограмма «Запуск привода»).

На рисунке 24 представлена блок-схема алгоритма остановки привода (подпрограмма «Остановка привода»).



Рисунок 23 – Блок-схема алгоритма останова привода
(подпрограмма «Останов привода»)

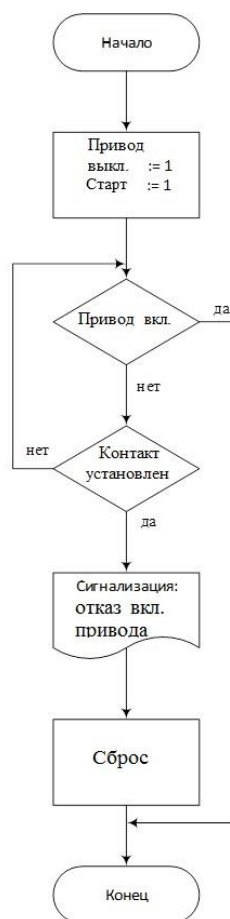


Рисунок 24 – Блок-схема
алгоритма запуска привода
(подпрограмма «Старт привода»)

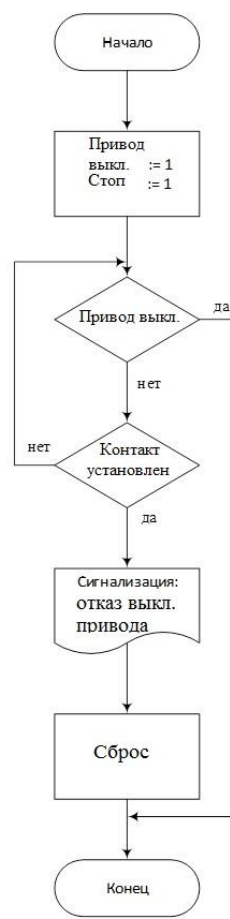


Рисунок 25 – Блок-схема
алгоритма остановки привода
(подпрограмма «Стоп привода»)

1.11 Экранные формы АС

Управление в АС реализовано с использованием SCADA-системы WinCC. Именно такие системы предлагают наиболее полные и легко наращиваемые человеко-машинные интерфейсные средства. Одна из основных особенностей современных систем автоматизации - высокая степень интеграции этих систем. В любой из них могут быть задействованы объекты управления, исполнительные механизмы, аппаратура, регистрирующая и обрабатывающая информацию, рабочие места операторов, серверы баз данных и т.д.

1.11.1 Разработка дерева экранных форм

Схема экранных форм приведена в приложении В.

Оператор может осуществлять навигацию экранных форм, используя кнопки прямого вызова. При старте проекта всплывает окно авторизации пользователя (в данном случае администратора), в котором необходимо ввести логин и пароль. Если логин и пароль оказываются верными, появляется окно главного меню возможностью выбора различных настроек, что наглядно видно на рисунке 26.

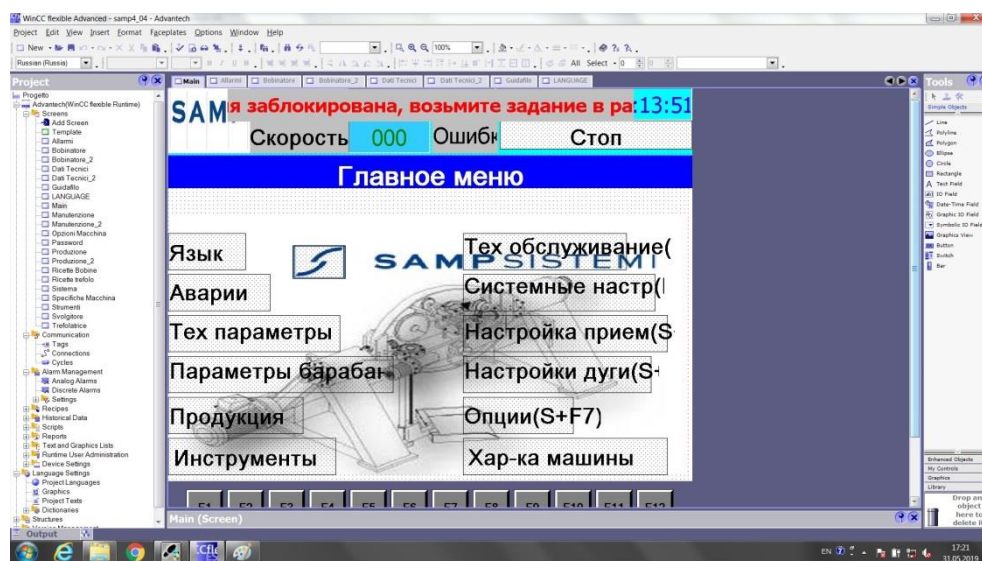


Рисунок 26 – Главное меню

1.11.2 Разработка экранных форм АС

В качестве примера выберем окно «опции». Здесь администратор задает системные параметры, которые не доступны оператору. Рисунок 26.



Рисунок 26 – Экранная форма окна «опции»

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из области настройки параметров, которые доступны оператору. Экранная форма пульта оператора представлена на рисунке 27.

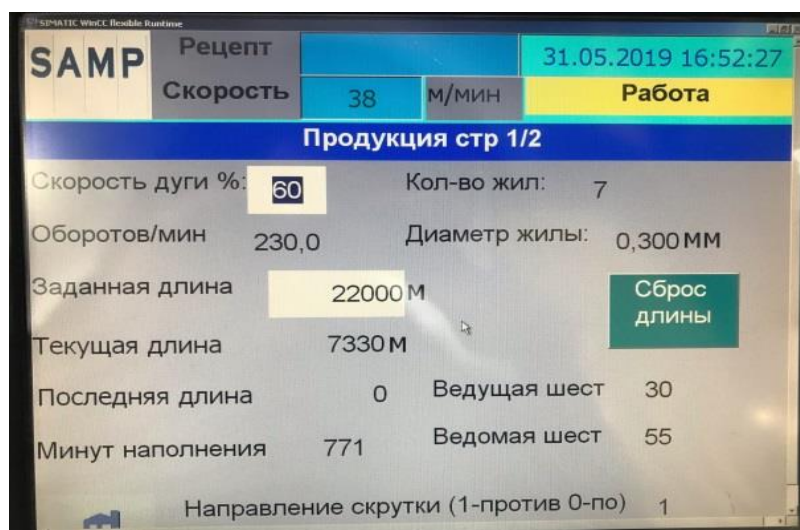


Рисунок 27 – Экранная форма пульта оператора

2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы, также необходимо оценить полные денежные затраты на проект и получить хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения.

2.1 Организация и планирование работ

Перечень этапов выполненной работы и их исполнители приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень этапов работы и их исполнители

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка цели и задач исследования	НР	100 %
	И	10 %
Составление и утверждения технического задания	НР	100 %
	И	10 %
Обзор литературы	И	100 %
Расчеты и аналитика (экспериментальная часть)	И	100 %
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	НР	30 %
	И	100 %
Анализ экологичности и экономичности проведенных работ	И	100 %
Оформление пояснительной записки и презентационного материала	И	100 %

2.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работы выполняется опытно-статистическим методом, реализуемым экспертным способом. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ используется следующая формула (3):

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6}, \quad (3)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дни;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дни;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дни.

Для построения линейного графика рассчитывается длительность этапов в рабочих днях, а затем переводится в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) осуществляется по формуле (4):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (4)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дни;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1 \div 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях осуществляется по формуле (5):

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (5)$$

где $T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях.

Коэффициент календарности выполняется по формуле (6):

$$T_K = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} = \frac{365}{365 - 51 - 15} = 1,221 \quad (6)$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 51$);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 15$).

В таблице 8 представлены результаты расчетов продолжительности этапов работы и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. На основании этих результатов был построен линейный график (таблица 3).

Таблица 8 – Трудозатраты на выполнение работы

Этапы работы	Исполнители	Продолжительность работ, дни				Трудоемкость работ по исполнителям, чел-дн.			
						$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{prob}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
Постановка цели и задач исследования	НР И	1	3	5	3	3,3	0,33	4,03	0,40
Составление и утверждения технического задания	НР И	1	3	5	3	3,3	0,33	4,03	0,40
Обзор литературы	И	7	14	21	14	-	15,4	-	18,80
Расчеты и аналитика (экспериментальная часть)	И	30	45	0	60	-	49,5	-	60,44
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	НР И	3	5	7	5	1,65	5,5	2,01	6,72
Анализ экологичности и экономичности проведенных работ	И	5	10	5	0	-	11	-	13,43
Оформление пояснительной записки и презентационного материала	И	4	7	10	7	-	7,7	-	9,40
Итого:					02	8,25	89,76	10,07	109,59

Таблица 9 – Линейный график работы

Этапы работы	Исполнители	Т _{кд} , дни	Продолжительность выполнения работ													
			02.19			03.19			04.19			05.19			6.19	
			1													
Постановка цели и задач исследования	НР	4,03	■													
	И	0,40	■													
Составление и утверждения технического задания	НР	4,03		■												
	И	0,40			■											
Обзор литературы	И	18,80			■											
Расчеты и аналитика (экспериментальная часть)	И	60,44				■	■	■	■	■	■					
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	НР	2,01										■				
	И	6,72											■			
Анализ экологичности и экономичности проведенных работ	И	13,43											■	■		
Оформление пояснительной записки и презентационного материала	И	9,40												■	■	

■ – исполнитель; ■ – научный руководитель

2.1.2 Расчет накопления готовности проекта

Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i -го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом. Степень готовности определяется по формуле (7):

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}}, \quad (7)$$

где $TP_{\text{общ}}$ – общая трудоемкость работы;

TP_i (TP_k) – трудоемкость i -го (k -го) этапа работы, $i = \overline{1, I}$;

TP_{ij} (TP_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на i -м этапе, $j = \overline{1, m}$.

Результаты расчетов представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого ее этапа

Этапы работы	TP_i , %	CG_i , %
Постановка цели и задач исследования	3,70	3,70
Составление и утверждения технического задания	3,70	7,40
Обзор литературы	15,71	23,11
Расчеты и аналитика (экспериментальная часть)	50,51	73,62
Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ	7,30	80,92
Анализ экологичности и экономичности проведенных работ	11,22	92,14
Оформление пояснительной записки и презентационного материала	7,86	100,00

2.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

2.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье затрат относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работы. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Данные представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет затрат на материалы

Наименование	Кол-во, ед.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Блокнот	2	65	130
Ручка Pilot	4	50	200
Картридж для принтера (ч/б) HP 652	2	960	1920
Картридж для принтера (цв) HP 652	1	810	810
Бумага для принтера А4 SvetoCopy	1	300	300
Лицензия ПО Microsoft Office	1	6520	6520
Всего за материалы		9880	
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)		395	
Итого по статье		10 275	

2.2.2 Расчет заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по формуле (8):

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/24,917, \quad (8)$$

где МО – месячный оклад для сотрудников ТПУ, руб.;

24,917 – среднее количество рабочих дней в месяце (при шестидневной рабочей неделе).

Для учета в составе полной заработной платы премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$.

Результаты расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	ЗП_{дн-т}, руб./раб. день	Т_{рд}, дни	К_и	Фонд ЗП, руб.
НР	33664	1351	9	1,699	20658
И	10633	426	90	1,62	62111
Итого:					80769

2.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30,1 % от полной заработной платы по формуле (9):

$$C_{\text{соц}} = 0,30 \cdot C_{\text{ЗП}} \quad (9)$$

Тогда

$$C_{\text{соц}} = 0,30 \cdot 80769 = 24230,7$$

2.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле (10):

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}, \quad (10)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час;

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час, руб. (2,87 руб/кВт·час).

Результаты расчета затрат на электроэнергию приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Затраты на электроэнергию

Оборудование	$t_{об}$, час	$P_{об}$, кВт	$C_{эл.об.}$, руб.
ПК	504 (720*07)	0,3	869,10
Принтер (ч/б)	5	0,1	1,435
Принтер (цв)	2	0,1	1,15
Итого:			871,7

2.2.5 Расчет амортизационных расходов

Амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта определяется по формуле (11):

$$C_{AM} = \frac{H_A \cdot C_{об} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d}, \quad (11)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР, руб.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, час;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения работы, час;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Норма амортизация ПК определяется формулой (12):

$$H_A(ПК) = 1/C_A = 1/2,5 = 0,4, \quad (12)$$

где C_A – срок амортизации ПК (2-3 года).

Норма амортизации принтера (ч/б):

$$H_A(пр ч/б) = 1/C_A = 1/2 = 0,5$$

Норма амортизации принтера (цв):

$$H_A(пр цв) = 1/C_A = 1/3 = 0,33$$

Тогда:

$$C_{AM}(ПК) = \frac{0,4 \cdot 50000 \cdot 0,75 \cdot 720 \cdot 1}{299 \cdot 8} = 4515,05 \text{руб.}$$

$$C_{AM}(\text{пр ч/б}) = \frac{0,5 \cdot 10000 \cdot 5 \cdot 1}{500} = 50,00 \text{руб.}$$

$$C_{AM}(\text{пр цв}) = \frac{0,33 \cdot 15000 \cdot 2 \cdot 1}{100} = 99,00 \text{руб.}$$

Общие амортизационные отчисления составят:

$$C_{AM\text{общ}} = 4515,05 + 50 + 99 = 4664,05 \text{руб.}$$

2.2.6 Расчет прочих расходов

В данной статье отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10 % от суммы всех предыдущих расходов. Они рассчитываются по формуле (13):

$$\begin{aligned} C_{\text{пр}} &= 0,1 \cdot (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \\ &= 0,1 \cdot (10\,275 + 80\,769 + 24\,230,7 + 871,7 + 4\,664,05) \\ &= 12\,081,05 \text{руб.} \end{aligned} \tag{13}$$

2.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Результаты расчетов по всем статьям затрат (работы) себестоимость приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Смета затрат на разработку проекта

Статьи затрат	Сумма, руб
Затраты на материалы и покупные изделия $C_{\text{мат}}$	10 275
Затраты на заработную плату $C_{\text{зп}}$	80769
Затраты на отчисления в социальные фонды $C_{\text{соц}}$	24230,7
Затраты на электроэнергию $C_{\text{эл.об.}}$	871,7
Затраты на амортизационные расходы $C_{\text{ам}}$	4664,05
Затраты на прочие расходы $C_{\text{пр}}$	12081,05
Итого:	132891,5

2.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта следует принять в размере 5-20 % от полной себестоимости работы и составит 19933,7 руб. (15 %).

2.2.9 Расчет НДС

С 2019 года НДС составляет 20 % от суммы затрат на разработку и прибыли. Расчет НДС производится по формуле (14):

$$\text{НДС} = 0,2 \cdot (132891,5 + 19933,7) = 30565,04 \text{ руб.} \quad (14)$$

2.2.10 Цена разработки НИР

Цена разработки определяется следующей формулой (15) [4]:

$$C_{\text{НИР}} 132891,5 + 19933,7 + 30565,04 = 183390,24 \text{ руб.} \quad (15)$$

2.3 Оценка экономической эффективности проекта

Затраты на транспортировку и восстановление установки составляли около 20 миллионов рублей.

Благодаря этой разработке значительно сократилось время восстановления работоспособности машины. За счет устранения неполадки непосредственно в цехе. Тем самым завод сэкономил по приблизительным оценкам 19,5 миллионов рублей.

3 Социальная ответственность

Введение в раздел

Сущность проекта ВКР заключается в модернизации крутильной машины BM SAMP. Данный проект может быть применим при модернизации систем автоматизации для крутильной машины.

Рабочее место для выполнения экспериментальной части бакалаврской работы представляет собой компьютерный класс корпуса Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Рабочее место при эксплуатации крутильной машины является кабельный цех, где и находится сама машина.

3.1 Производственная безопасность

Проанализируем основные вредные и опасные производственные факторы рабочей зоны на предмет выявления их вредных проявлений (таблица 15) [5].

Таблица 15 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ		Нормативные документы
	Р	Э	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ.
2. Наличие ЭМП	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.
3. Недостаток естественного освещения	+	+	СП52.13330-2016.
4. Недостаток искусственного освещения	+	+	
5. Повышенный уровень шума	+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562–96.
7. Повышенный уровень вибрации	-	+	ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ.

3.1.1 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны (компьютерный класс)

Микроклиматические условия

Влияние на человека неблагоприятных метеорологических условий в течение длительного времени в резкой форме ухудшают его состояние здоровья, снижают продуктивность и приводят к болезням. Повышенная температура воздуха приводит к скорой утомляемости служащего, к перегреву организма или тепловому удару, а пониженная температура – может вызвать охлаждение организма, вызвать простуду или обморожение.

Влажность воздуха сильно воздействует на терморегуляцию организма человека. Повышенная влажность и повышенная температура воздуха приводит к перегреванию организма, а при пониженной температуре повышенная влажность увеличивает теплопередачу с поверхности кожи, что приводит к переохлаждению организма. Пониженная влажность способствует пересыханию слизистых оболочек служащего.

Выполняемая работа относится к категории Ia по тяжести выполняемых работ, производится сидя и сопровождается незначительным физическим напряжением. Для данной категории работ определены оптимальные и допустимые границы основных параметров микроклимата, которые приведены в таблицах 16 – 17 [6].

Таблица 16 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха ф, %	Скорость движения воздуха
Холодный	Ia	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia	23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица 17 – Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, φ%	Скорость движения воздуха, не более	
		1	2			1	2
Холодный	Ia	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	Ia	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

Характерные требования к помещениям, где используются компьютеры:

- площадь на одно рабочее место должна быть не менее 6 м², а объем - не менее 20 м³;

- не допускается расположение рабочих мест в подвальных помещениях.

В помещениях с компьютерами ежедневно проводится влажная уборка. До и после работы за компьютером помещение проветривается в течение 5-10 минут, желательны частые перерывы во время работы.

Электромагнитные излучения

В кабинете имеется два источника электромагнитного излучения – монитор и системный блок.

Уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени нахождения служащего в рабочей зоне. Время приемлемого нахождения в контролируемой зоне в часах определяется по формуле (16):

$$T = \frac{50}{E} + 2 \quad (16)$$

Производство в условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20-25 кВ/м продолжается не более 10 минут. При напряженности не выше 5 кВ/м пребывание людей в рабочей зоне допускается в течение 8 часов.

Для защиты от электромагнитного излучения компьютера используются жидкокристаллические мониторы, поскольку его излучение значительно меньше, чем у ЭЛТ мониторов (монитор с электроннолучевой трубкой). Также монитор расположен в углу, так что бы излучение поглощалось стенами.

Производственное освещение

Важное значение для создания благоприятных условий труда имеет рациональное освещение. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет проведение работ, ведет к снижению производительности труда и может явиться причиной несчастных случаев.

Различают следующие виды производственного освещения: естественное, искусственное и совмещенное.

Естественное освещение характеризуется изменяющейся освещенностью на рабочих местах в течение суток года, которое обуславливается световым климатом. Поэтому данное освещение нормируется по коэффициенту естественной освещенности (КЕО) или (е) *естественного* освещения.

Коэффициент естественной освещенности вычисляется по формуле: (17)

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\% \quad (17)$$

где E – освещенность в данной точке помещения;

E_0 – освещенности под открытым небом.

Величина КЕО при верхнем или комбинированном естественном освещении должна быть равна 4%, а при боковом – 1,5%.

Искусственное освещение помогает избежать многих недостатков, характерных для естественного освещения, и обеспечить оптимальный световой режим. Оно создается светильниками и прожекторами.

В компьютерном классе, где проводилось исследование, используется комбинированная система освещения, то есть общее искусственное и местное освещение [7].

Производственные шумы

При работе компьютера основным источником шумов является системный блок. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях рабочего, снижается производительность труда [8].

Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот с соответствующим уровнем звука 50 дБА для помещений с компьютерами представлены в таблице 18 .

Таблица 18 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Расположенные в системном блоке вентиляторы, основные источники шума, подвергаются чистке от пыли и периодической замене.

Психофизические факторы

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 психофизические факторы условно можно разделить на физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки. К нервно-психическим перегрузкам относится умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, монотонность труда.

Поскольку основным каналом получения информации от ПК является монитор, то неизбежно увеличивается нагрузка на зрительную систему.

Ведущими компонентами трудового процесса при работе на компьютере служат однообразные многократно повторяющиеся нагрузки на верхние конечности и постоянное зрительное напряжение, особенно при необходимости моторно-зрительной координации, а также нервно-эмоциональное напряжение, стрессы, связанные с ответственностью за решение выполняемых задач.

Поэтому при работе за компьютером рекомендуется устраивать перерывы. Регламентируемые перерывы продолжительностью 20-30 минут, являющиеся составной частью режимов труда, устанавливаются через каждые 1–2 часа после начала смены и через 2 часа после обеденного перерыва.

Электробезопасность

В компьютерном классе ПК – основной источник поражения током.

При поражении электрическим током различают два вида травм: местные – ожоги, электрические травмы, механические повреждения, общие – электрические удары. Электрические удары в зависимости от исхода делятся на 4 степени (1 – судорожное сокращение мышц без потери сознания; 2 – судорожное сокращение мышц с потерей сознания; 3 – нарушение сердечной деятельности или дыхания; 4 – отсутствие дыхания и кровообращения).

Для защиты от попадания высокого напряжения на корпус оборудования используется заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением [9].

3.1.2 Анализ вредных и опасных факторов рабочей зоны

Постоянные рабочие места установки должны соответствовать требованиям действующих федеральных санитарных правил, норм и гигиеническим нормативам.

Физические факторы производственной среды

Источниками производственного шума могут служить технологическое оборудование, инструменты или машины.

В производственном помещении и на территории предприятия допускаются такие уровни звукового давления (таблица 19) с соответствующим уровнем звука 80 дБА :

Таблица 19 – Допустимые уровни звукового давления

Среднегеометрическая частота октановых полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового давления, дБ	103	96	91	88	85	83	81	80

Для защиты от шума пользуются ограждающими конструкциями с требуемой звукоизоляцией: звукопоглощающими конструкциями (кулисы, облицовки), звукоизолирующими кожухами на шумных агрегатах и др. В качестве средств индивидуальной защиты для органов слуха от шума и вибрации применяются наушники, вкладыши, шлемы, костюмы. Наушники понижают негативное воздействие в диапазоне от 7 до 38 дБ с частотой от 125 до 8 000 Гц.

Источниками вибрации на исследуемом производственном объекте служат насосы, технологическая установка, а также транспорт при перемещении операторов по территории завода. В соответствии с данным объект относится к категориям Ша и Шв, так как, с одной стороны, имеются работники непосредственно на установке комплексной подготовки газа с воздействием вибрации насосов и установки, а с другой стороны, имеются работники в диспетчерской, операторной и лаборатории, занимающиеся умственным трудом.

Длительное вибрационное воздействие приводит к снижению работоспособности, нарушению функций центральной нервной системы, опорно-двигательного аппарата.

Для снижения воздействия вибрации на работников необходимо стремиться к размещению оборудования и машин с минимизацией уровней вибрации, введению ограждений и средств виброзащиты на рабочих местах, введению режимов отдыха и санитарно-профилактическими мероприятиям.

Подвижные части оборудования и движущиеся машины

Подвижными частями оборудования являются:

- подвижные столы и стойки станков;
- ходовые винты;
- передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков и др.

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства.

Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов, которые могут привести к потере трудоспособности.

Персонал соблюдает особую осторожность при работе с таким оборудованием. Строго следит за тем, чтобы скорость и направление вращения рабочих органов соответствовали указанным в руководстве по каждой машине. После пуска машины на холостом ходу персонал убеждается в правильном монтаже оборудования (отсутствие вибраций, стуков и шумов). Также проверяет наличие защитных кожухов на движущихся и вращающихся

частях машин и механизмов, проводит проверку пусковых и тормозных устройств, состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

Средства защиты

Процессы, протекающие на установке, связаны с подготовкой газа и относятся к процессам с вредными условиями для здоровья обслуживающего персонала.

Для предотвращения несчастных случаев, заболеваний и отравлений, связанных с производством, весь обслуживающий персонал имеет следующие средства защиты:

- защитная рабочая одежда и обувь;
- защитные очки и маски;
- диэлектрические перчатки и электроизмерительные клещи;
- предохранительный пояс и канат;
- средства для защиты дыхательных органов (фильтрующие противогазы марки БКФ).

Кроме того, на установке есть шланговые противогазы с комплектом масок, спасательными поясами и веревкой, медицинской аптечкой с необходимым набором медикаментов для оказания первой помощи.

В целях коллективной защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов на установке имеется комплексная автоматизация процесса с выносом на щит всех параметров, характеризующих безопасную работу оборудования. Все объекты предприятия оснащаются автоматической системой звукового оповещения в случае возникновения внештатных ситуаций.

Также на предприятии, кроме охраны жизни и здоровья персонала, проводятся мероприятия по охране окружающей среды. Так, например, на каждом объекте проводится контроль содержания в воздухе паров вредных веществ и их соответствия ПДК. Проводятся мероприятия по предупреждению

ситуаций, которые могут повлечь за собой выбросы вредных веществ в атмосферу.

3.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одним из важнейших факторов в безопасности жизнедеятельности людей является подготовленность к чрезвычайным ситуациям. Чрезвычайная ситуация – это совокупность таких обстоятельств, которые сопровождаются разрушениями зданий, сооружений, материальных ценностей, поражения и гибелью людей. К основным чрезвычайным ситуациям, возникающим на производстве, относятся производственные аварии [10].

Производственная авария

Под производственной аварией понимают внезапную остановку работы или нарушение процесса производства, приводящую к повреждению или уничтожению материальных ценностей. Аварии возникают в результате стихийного бедствия, а также нарушения технологического регламента, правил эксплуатации машин, оборудования и установленных мер безопасности. На установке процесс ведется в аппаратах, работающих под давлением, и в случае наличия малейшей коррозии оборудования и трубопроводов, может привести к их разгерметизации. Разгерметизация оборудования также происходит из-за неправильного ведения процесса, человеческого фактора, скопления газов и т.д. Поражающими факторами такого производства могут быть как физические (ударная волна, тепловое излучение и др.), так и химические факторы (токсическое воздействие вредных веществ).

Последствия таких техногенных аварий, как правило, оцениваются различными методами, заключающимися в определении размеров зоны поражения, степени поражения людей или нанесенного ущерба.

При взрыве или разгерметизации оборудования происходит утечка жидких промежуточных или конечных продуктов установки с возможностью их попадания в атмосферу или гидросферу. Это приводит к распространению

токсичных веществ по воздуху в близлежащие населенные пункты и становится причиной распространения респираторных и других заболеваний.

Оперативная часть плана ликвидации возможных аварий предусматривает способы оповещения об аварии, выхода людей из опасных зон, включение систем пожаротушения. В соответствии с требованиями пожарной безопасности и охраны труда, проводится регулярный инструктаж и проверка знаний по технике безопасности на рабочем месте.

На производственной установке имеются первичные и стационарные средства пожаротушения, а также пожарная сигнализация. Согласно технологическому регламенту установки предусматриваются следующие средства пожаротушения:

- первичные средства пожаротушения (огнетушители – пенные ОХП-10, корюшковые ОПУ-10, ОПС-10г, углекислотные ОУ-5, ОУ-8; кошмы, ящики с песком, лопаты и т.д.);

3.3 Правовые вопросы обеспечения безопасности

При выполнении научно-исследовательской работы необходимо следовать требованиям трудового кодекса РФ. Трудовой кодекс РФ предусматривает обеспечение права каждого работника на справедливые условия труда, в том числе на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, права на отдых, включая ограничение рабочего времени, предоставление ежедневного отдыха, выходных и нерабочих праздничных дней, оплачиваемого ежегодного отпуска .

Проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (обследования) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Выводы и рекомендации по разделу

Проанализировав условия труда на рабочем месте, можно сделать вывод, что оно удовлетворяет необходимым нормам и в случае соблюдения техники безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении не приведет к ухудшению здоровья работника.

Само помещение и рабочее место в нем удовлетворяет всем нормативным требованиям. Кроме того, действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение, шум и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в соответствующих нормативных документах.

На сегодняшний день деятельность ВМ SAMP не приносит вреда окружающей среде. Ход технологического процесса полностью управляется и контролируется с помощью систем автоматизации, все вредные выбросы и отходы производства жестко регламентируются и подвергаются утилизации или обезвреживанию. Во избежание негативного влияния на здоровье делаются перерывы при работе с ЭВМ и проводятся специальные комплексы упражнений для глаз.

Заключение

В результате выполненной работы была модернизирована крутильная машина ВМ - 630.

В рамках данного курсового проекта была модернизирована автоматизированная система управления работой крутильной машины. Был изучен технологический процесс, разработана структурная и функциональная схемы, определили состав необходимого для реализации АС оборудования. На базе ПЛК от производителя «Siemens» спроектирована система автоматизации. Так же было разработано дерево экранных форм.

Таким образом, модернизированная САУ не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую улучшать данную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями.

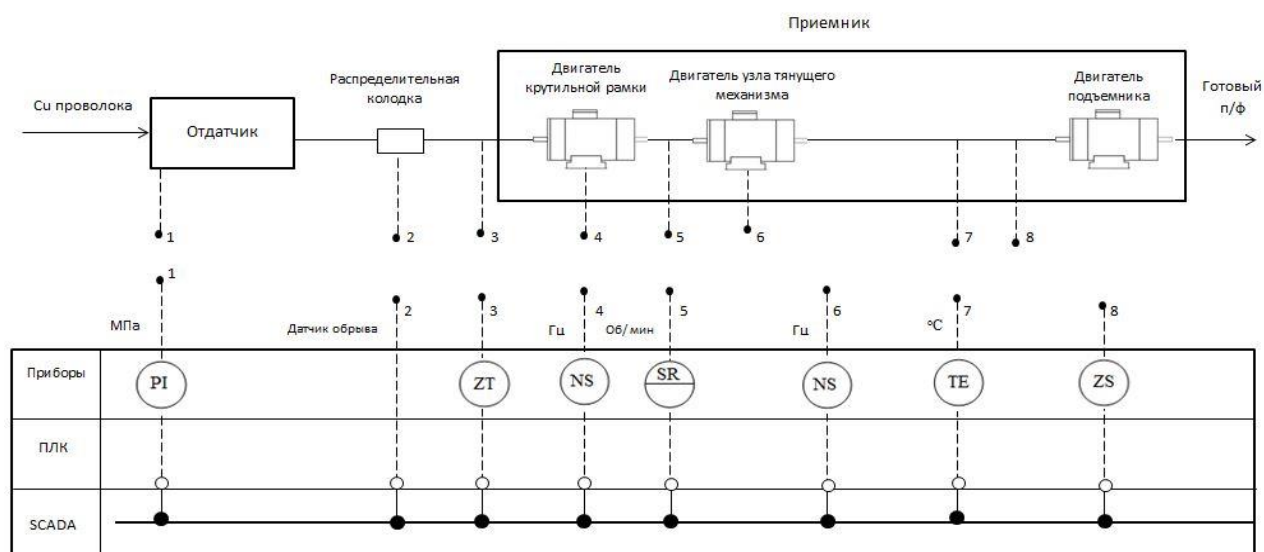
По результатам выполненной работы была проведена оценка экономической эффективности.

Так как данная крутильная машина немецкого производства, то затраты на транспортировку и восстановление в Германии составляли по приблизительным подсчетам 20 млн. рублей. Однако, благодаря восстановлению машины собственными силами удалось не только сократить затраты приблизительно на 90 %, но и значительно сократить время простоя крутильной машины.

Список используемой литературы

1. Проектирование автоматизированных систем. Учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Технологическая инструкция крутильной машины E2204 от 13.01 2015.
3. <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-300.htm>.
4. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, Ресурсоэффективность и ресурсосбережение» магистерских диссертаций для всех специальностей ИК. В. Ю. Конотопский: Томский политехнический университет. — Томск, 2015.
5. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
6. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
7. СНиП 23-05-03. Естественное и искусственное освещение. - М.: Госстрой России, 2004. – 45 с.
8. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
9. ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.

Приложение А (обязательное) Функциональная схема автоматизации



Приложение Б
(рекомендуемое)
Структурная схема



Приложение В
(справочное)
Схема экранных форм

